

Kesetimbangan Dan Kinetika Adsorpsi Dari Logam Berat Cr (VI) Pada Limbah Sintetis Dengan Menggunakan Lumpur Aktif Kering

Dina Natalia Poernomosidi, Imelda, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji*

Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

Jalan Kalijudan 37, Surabaya 60114

Telp (031) 3891264; Fax (031) 3891267

*e-mail : suryadi@mail.wima.ac.id

ABSTRAK

Pencemaran logam berat yang diakibatkan oleh pembuangan limbah industri telah menimbulkan dampak yang berbahaya bagi lingkungan, terutama manusia. Banyak metode yang dapat dilakukan untuk mengurangi kadar logam berat yang ada di dalam limbah cair, salah satunya adalah dengan metode adsorpsi.

Penelitian kali ini bertujuan untuk mempelajari kesetimbangan dan kinetika adsorpsi logam berat Cr (VI) pada lumpur aktif kering. Beberapa model isoterm adsorpsi seperti Langmuir dan Freundlich model digunakan untuk menjelaskan data-data hasil penelitian kesetimbangan adsorpsi. Sementara itu data-data hasil penelitian untuk kinetika adsorpsi dijelaskan dengan persamaan pseudo orde satu, pseudo orde dua, dan Ritchie orde dua.

Adapun metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menambahkan lumpur aktif kering ke dalam larutan $K_2Cr_2O_7$. Kemudian campuran $K_2Cr_2O_7$ dan lumpur aktif kering diletakkan pada thermostatic shaker water bath dan dijaga suhu pada $40^{\circ}C$, $50^{\circ}C$, dan $60^{\circ}C$. Konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ sebelum dan sesudah adsorpsi dianalisa dengan Spektrofotometer Shimadzu UV/Vis type 1201. Untuk data-data kinetika adsorpsi, konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ setelah adsorpsi dianalisa setiap 2 jam, sementara untuk data-data kesetimbangan konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ setelah adsorpsi dianalisa setiap 24 jam.

Dari hasil penelitian adsorpsi Cr(VI) pada limbah sintetis dengan menggunakan lumpur aktif kering didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu jika massa lumpur aktif kering semakin banyak maka jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi juga semakin banyak dan sebaliknya jika suhunya semakin tinggi maka jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi semakin sedikit, untuk kinetika adsorpsi Cr (VI) pada konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ mula-mula 200 mgr/l dengan menggunakan lumpur aktif kering mengikuti persamaan pseudo orde satu untuk massa lumpur aktif kering 0,5 gram dan persamaan pseudo orde dua dan Ritchie orde dua untuk massa lumpur aktif kering 1 gram, dan untuk kesetimbangan adsorpsi Cr (VI) dengan konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ mula-mula 200 mgr/l dengan menggunakan berat lumpur aktif kering 0,1-1gr dijelaskan lebih baik oleh persamaan Freundlich daripada oleh persamaan Langmuir.

1. PENDAHULUAN

Permasalahan tentang limbah merupakan salah satu masalah dari sekian banyak masalah di Indonesia, salah satunya adalah limbah cair yang mengandung logam berat. Logam berat tidak dapat diuraikan tetapi akan mengakumulasi. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme perairan melalui rantai makanan, insang serta difusi permukaan kulit; sehingga dalam tubuh makhluk hidup akan terjadi bioakumulasi dan konsentrasi logam berat itu mencapai ratusan bahkan seribu kali konsentrasi logam berat di dalam air. Akumulasi dalam tubuh makhluk hidup ini terjadi karena logam berat yang sudah masuk ke dalam tubuh makhluk hidup cenderung membentuk senyawa kompleks dengan zat organik yang terdapat dalam tubuh makhluk hidup.

Selama ini telah banyak metode untuk mengurangi kadar logam berat yang ada dalam limbah, yaitu: *chemical precipitation*, *ion exchange*, *reverse osmosis*, *membrane processes*, dan adsorpsi [1]. Adsorpsi merupakan metode paling efektif untuk memindahkan logam berat.

Adsorpsi adalah suatu peristiwa dimana suatu komponen diserap oleh suatu padatan yang permukaannya memiliki pori dan komponen tersebut hanya menempel pada permukaan padatan. Adsorpsi terjadi karena suatu larutan yang mengandung suatu komponen berkontak dengan suatu padatan yang berpori sehingga akan menempati permukaan zat tersebut. Komponen yang diadsorpsi berupa molekul, makromolekul, partikel koloid disebut adsorbat dan yang mengadsorpsi disebut adsorben. Adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah lumpur aktif kering yang digunakan untuk mengadsorpsi logam berat Cr (VI). Logam berat Cr (VI) dipilih sebagai adsorbat karena diketahui bahwa logam berat Cr (VI) adalah salah satu logam berat yang paling banyak terdapat pada limbah cair dan juga berbahaya [2]. Untuk mengetahuinya maka digunakan persamaan isoterm Freundlich dan Langmuir serta persamaan kinetika pseudo orde satu, Pseudo orde dua dan Ritchie orde dua [1].

Isotherm adsorpsi merupakan hubungan antara banyaknya komponen (senyawa) yang diadsorpsi oleh adsorben dan konsentrasi atau tekanan kesetimbangan pada suhu konstan. Ada beberapa macam isotherm adsorpsi yang digunakan proses adsorpsi logam berat, diantaranya yang paling umum digunakan adalah persamaan Freundlich dan persamaan Langmuir.

1.1. Persamaan Freundlich

Persamaan Freundlich mempunyai bentuk sebagai berikut [1]

$$q_e = K_F \cdot C_e^{1/n} \quad (1)$$

q_e adalah massa solute yang teradsorpsi per satuan massa adsorben. C_e adalah konsentrasi solute di dalam larutan pada kondisi kesetimbangan. K_F dan n adalah konstanta Freundlich.

1.2. Persamaan Langmuir

Bentuk umum dari persamaan Langmuir adalah: [3]

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_{\max} \cdot b} + \frac{C_e}{q_{\max}} \quad (2)$$

q_{\max} dan b adalah konstanta langmuir. Persamaan Langmuir ini didasarkan pada asumsi: adsorpsi molekul adsorbat terjadi pada tempat tertentu, permukaan adsorben homogen dimana tiap bagian permukaan mempunyai kesamaan energi adsorpsi, di setiap bagian permukaan hanya dapat mengakomodasi satu molekul adsorbat, dan interaksi antara molekul adsorbat diabaikan.

Untuk mengetahui mekanisme adsorpsi logam berat, dapat digambarkan dengan model kinetika, seperti persamaan pseudo orde satu, persamaan orde dua, dan persamaan Ritchie orde dua.

1.3. Persamaan Pseudo Orde Satu

Persamaan pseudo orde satu banyak digunakan untuk menggambarkan kinetika adsorpsi berbagai macam limbah [4]. Persamaan tersebut mempunyai bentuk

$$\log(q_e - q_t) = \log q_e - \frac{k_1}{2.303} t \quad (3)$$

q_t adalah jumlah adsorbat yang teradsorpsi pada waktu tertentu, k_1 adalah konstanta kecepatan adsorpsi orde satu, dan t adalah waktu.

1.4. Persamaan Pseudo Orde Dua

Persamaan kinetika adsorpsi pseudo orde dua mempunyai bentuk sebagai berikut [2]

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (4)$$

k_2 adalah konstanta kecepatan adsorpsi orde dua

1.5. Persamaan Ritchie Orde Dua

Persamaan Ritchie mengasumsikan bahwa setiap permukaan adsorben memiliki n *surface site* yang masing-masing hanya terisi oleh satu molekul (ion) adsorbat [5]

$$q_t = q_e \left\{ 1 - \left[\frac{1}{1 + k_m t} \right] \right\} \quad (5)$$

Persamaan Ritchie mendeskripsikan bahwa mekanisme adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi fisik.

2. METODOLOGI PERCOBAAN

2.1. Pembuatan Lumpur Aktif Kering

Pada penelitian ini digunakan lumpur aktif yang didapat dari PT. Sier Rungkut Industri. Mula-mula lumpur aktif dikeringkan dengan oven dengan suhu 100°C sampai kandungan air bebas dalam bahannya 0%. Kemudian dihancurkan dan dimasukkan ke Sieve shaker Retsch tipe 3 D dengan ukuran 300-400 mesh.

2.2. Kestimbangan Adsorpsi

Pada penelitian untuk mencari isoterm adsorpsi, mula-mula dibuat larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan konsentrasi 200 mg/l. Kemudian lumpur aktif kering dengan berat 0,1-1 gr dimasukkan ke dalam larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, lalu larutan tersebut diletakkan pada Thermostatic Shaker Water Bath Memmert W 350 dan suhunya dijaga 40°C selama 24 jam. Konsentrasi dari larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ mula-mula dan filtratnya dianalisa dengan Spektrofotometri UV/Vis Shimadzu UV-1201. Proses yang sama dilakukan juga untuk suhu 50°C dan 60°C .

2.3. Kinetika Adsorpsi

Pada penelitian untuk mencari kinetika adsorpsi, mula-mula dibuat larutan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dengan konsentrasi 200 mg/l. Lalu dimasukkan lumpur aktif dengan berat 0,5 gr dan diletakkan dalam Thermostatic Shaker Water Bath Memmert W 350 yang suhunya dijaga 40°C . Lalu filtrat dianalisa setiap 2 jam dengan Spektrofotometri UV/Vis Shimadzu UV-1201. Proses ini dilakukan untuk suhu 50°C dan 60°C serta berat lumpur aktif kering 1 gr.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Permukaan Pori Lumpur Aktif Kering

Penelitian ini menggunakan adsorben berupa lumpur aktif kering yang dibuat dengan cara mengeringkan lumpur aktif dengan menggunakan oven pada suhu 100°C hingga kandungan air bebas dalam bahannya 0%. Selain itu dengan menggunakan lumpur aktif kering dapat memberikan keuntungan lain seperti tidak terpengaruhnya adsorben pada terbatasnya sifat keracunan dalam tubuh mikroorganisme terhadap ion logam berat serta tidak memerlukan nutrisi untuk mengembangkan mikroorganisme yang terdapat pada lumpur aktif.

Permukaan pori pada lumpur aktif yang telah dikeringkan tersebut mengandung gugus *phosphate* dan *carboxyl*, [1] seperti yang terlihat pada Gambar 1. Keberadaan kedua gugus yang bersifat asam tersebut akan memindahkan ion-ion logam, biasanya kation dari larutan melalui

aplikasi mekanisme yang berbeda, seperti perpindahan massa adsorbat dari larutan menuju ke permukaan adsorben atau melalui adsorpsi kimia oleh adsorben terhadap adsorbat.

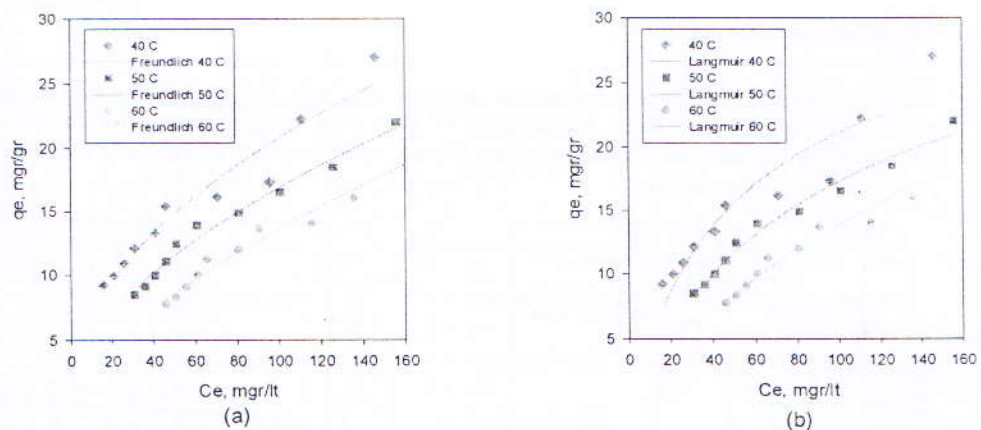
Cr (VI) di dalam larutan akan bertindak sebagai "oxyanion" (CrO_4^{2-} atau $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$). Anion-anion ini akan bereaksi lebih kuat dengan adsorben yang mempunyai muatan positif. Pada pH yang rendah (pH asam) kedua gugus ini akan memberikan muatan positif pada seluruh permukaan lumpur aktif kering sehingga lumpur aktif kering akan memiliki muatan positif yang dapat digunakan akan menarik muatan negatif ion-ion logam berat secara elektrostatik [1]. Pada penelitian ini pH dianggap konstan yaitu 5 selama proses adsorpsi di mana pH itu adalah pH asam ($\text{pH} < 7$) sehingga lumpur aktif kering yang dipakai permukaannya positif.



Gambar 1. Gugus fungsional pada permukaan lumpur aktif kering

3.2. Kestimbangan Adsorpsi

Analisa dari data-data kestimbangan penting untuk mengembangkan suatu persamaan yang dapat digunakan untuk mendesain suatu sistem adsorpsi. Model-model persamaan adsorpsi seperti Freundlich dan Langmuir adalah model yang paling sering digunakan untuk menjelaskan kestimbangan antara ion-ion logam yang teradsorpsi pada adsorben dan ion-ion logam yang tertinggal pada larutan. [6]



Gambar 2. Kestimbangan Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) pada Lumpur Aktif Kering dengan berat Lumpur Aktif 0,1-1 gr pada tiga variasi suhu (a) Freundlich (b) Langmuir

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara jumlah logam berat yang teradsorpsi dalam lumpur aktif kering (q_e) dengan jumlah logam berat Cr (VI) yang masih berada dalam larutan (C_e) pada berbagai macam variasi suhu yaitu 40°C , 50°C , dan 60°C . Simbol-simbol memperlihatkan hasil penelitian dan garis menggambarkan isoterm adsorpsinya. Dari gambar tersebut terlihat bahwa dengan bertambahnya massa lumpur aktif kering maka jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi semakin banyak. Hal ini dapat dilihat dengan menurunnya konsentrasi logam berat Cr (VI) dalam larutan apabila massa lumpur aktif kering ditambah. Akan tetapi harga q_e semakin menurun. Hal itu dikarenakan q_e merupakan mgr jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi tiap gr jumlah Lumpur aktif kering, sehingga bila jumlah lumpur aktifnya ditambah maka jumlah yang teradsorpsi akan semakin turun.

Selain itu gambar 2 juga menunjukkan bahwa jika suhu semakin tinggi, jumlah Cr (VI) yang teradsorpsi semakin sedikit. Hal ini menunjukkan proses adsorpsi ini bersifat eksotermis, di mana

dengan bertambahnya suhu maka proses adsorpsi akan menurun karena adsorpsi bersifat eksotermis. Dari garis terlihat bahwa persamaan isoterm adsorpsi Freundlich lebih cocok untuk menjelaskan kesetimbangan adsorpsi logam berat Cr (VI) daripada persamaan isoterm adsorpsi Langmuir. Hal itu menunjukkan bahwa permukaan lumpur aktif kering adalah heterogen karena Freundlich adalah isoterm adsorpsi yang menggambarkan bahwa permukaan dari adsorben adalah heterogen. [1]

Tabel 1. Data hasil perhitungan dengan menggunakan dua isoterm adsorpsi

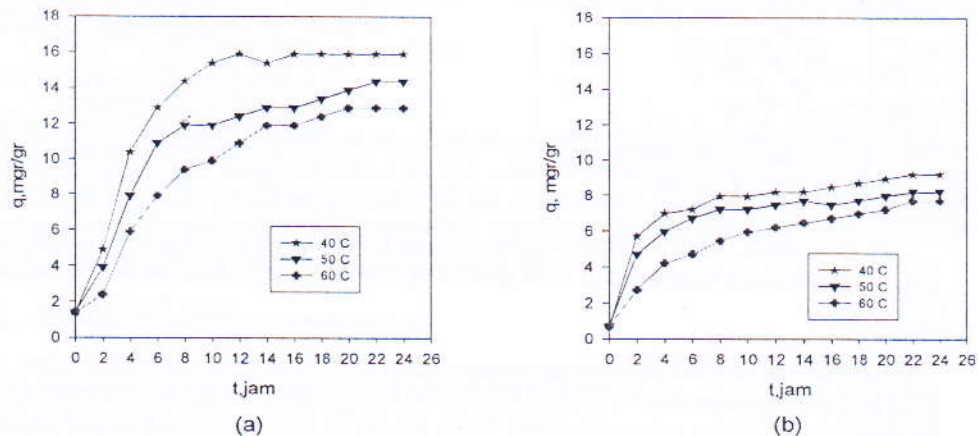
T °C	Freundlich			Langmuir		
	R ²	K _F	n	R ²	q _{max}	b
40	0,9393	2,2012	2,052124	0,8859	32,7543	0,018077
50	0,9819	1,3203	1,808318	0,9819	33,7245	0,010495
60	0,9677	0,6098	1,482800	0,9677	40,7431	0,005155

Pada persamaan Freundlich, nilai dari konstanta Freundlich (K_F) menunjukkan kapasitas adsorpsi dari adsorben. Harga 1/n menunjukkan intensitas dari adsorben. Dari tabel 1 terlihat harga K_F dan 1/n semakin menurun dengan semakin meningkatnya suhu. Hal itu menunjukkan penurunan intensitas adsorpsi lumpur aktif kering terhadap logam berat Cr (VI).

Pada persamaan Langmuir, q_{max} menunjukkan batas kapasitas adsorpsi dari adsorben yang dikarenakan telah penuhnya permukaan adsorben oleh ion-ion logam dan b adalah energi dari adsorpsi. Harga q_{max} dan b untuk tiga variasi suhu yaitu 40°C, 50°C, dan 60°C pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1. Dari tabel 1 dengan suhu yang semakin tinggi, maka harga q_{max} dan b. Hal itu menunjukkan bahwa proses adsorpsi pada penelitian kali ini bersifat eksotermis. [7]

3.3. Kinetika Adsorpsi

Untuk mengetahui tentang mekanisme adsorpsi atau laju pengontrol, seperti perpindahan massa atau proses reaksi kimia logam berat Cr (VI) pada lumpur aktif kering, model-model kinetika seperti: persamaan pseudo orde satu, Pseudo orde dua, dan Ritchie orde dua digunakan pada data-data hasil penelitian.



Gambar 3. Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) pada Lumpur Aktif Kering dengan berat lumpur aktif kering (a) 0,5 gr; (b) 1 gr (pH 5, VSS = 569,53 mgr/lt)

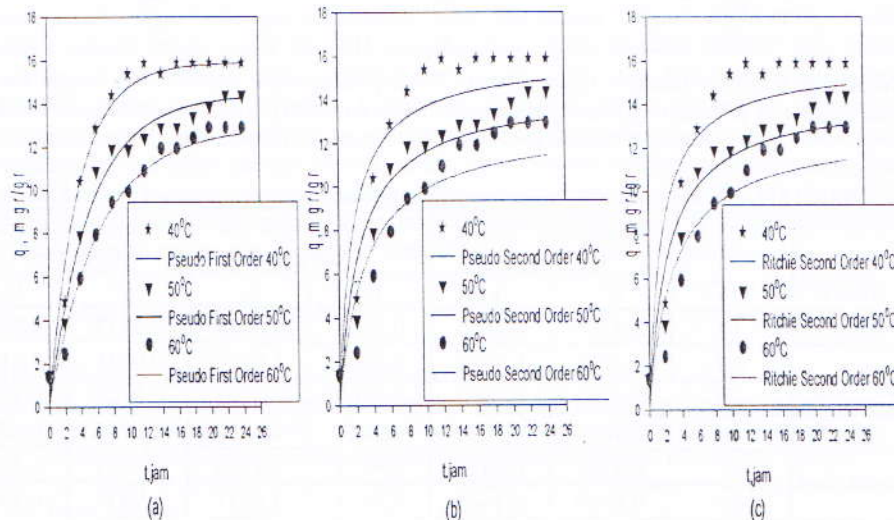
Gambar 3 (a) dan gambar 3 (b) menunjukkan hubungan antara jumlah ion Cr (VI) yang terserap oleh lumpur aktif kering dengan berat 0,5 gram dan 1 gram sebagai fungsi dari waktu pada tiga variasi suhu yaitu 40 °C, 50 °C, dan 60°C. Dari gambar 3 (a) dan (b) tersebut terlihat bahwa kenaikan yang curam terjadi pada awal proses adsorpsi akibat dari semakin bertambahnya jumlah Cr (VI) yang terserap oleh lumpur aktif kering selama 0-14 jam pada proses adsorpsi.

Setelah 14 jam kecepatan bertambahnya jumlah ion Cr (VI) yang terserap semakin berkurang dan kemudian berangsur-angsur konstan hingga pada saat mencapai kesetimbangan yaitu 24 jam. Hal itu menunjukkan bahwa proses adsorpsi utama terjadi pada 14 jam pertama.

3.4. Model Kinetika Adsorpsi

Pada penelitian ini, model kinetika yang digunakan adalah persamaan Pseudo orde satu, Pseudo orde dua, dan Ritchie orde dua. Model-model kinetika tersebut diharapkan dapat menggambarkan mekanisme adsorpsi yang terjadi pada penelitian ini. Seperti sudah dijelaskan sebelumnya bahwa lumpur aktif kering mempunyai dua gugus fungsi, yaitu gugus *phosphate* dan *carboxyl* pada permukaannya yang berperan besar dalam penyerapan ion logam berat Cr (VI) sehingga dicarilah model kinetika yang cocok untuk menggambarkan kinetika reaksi dari adsorpsi logam berat Cr (VI) dengan menggunakan lumpur aktif kering.

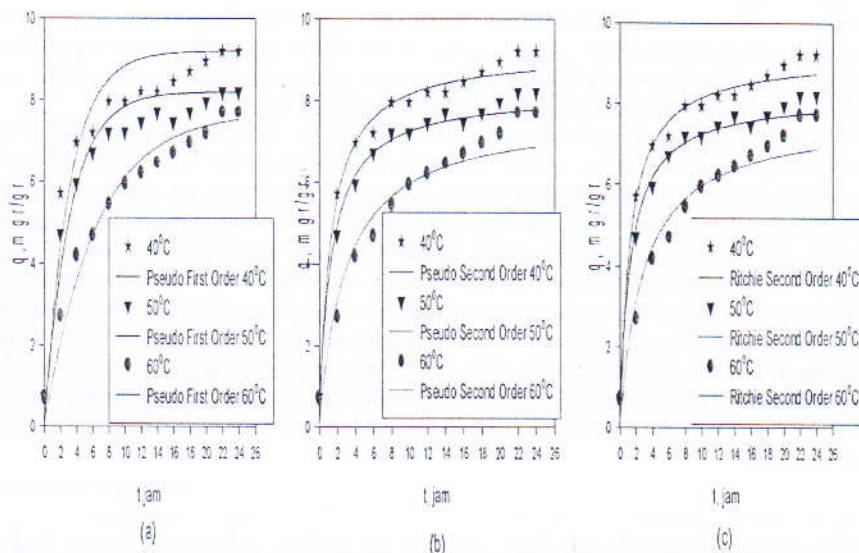
Gambar 4 menunjukkan hubungan antara jumlah ion Cr (VI) yang terserap oleh lumpur aktif kering dengan berat 0,5 gram sebagai fungsi dari waktu pada tiga variasi suhu yaitu 40°C, 50°C, dan 60°C. Simbol-simbol memperlihatkan data hasil penelitian dan garis menandakan model kinetika adsorpsi yang dipakai. Dari gambar 4 (b) dan (c) terlihat bahwa persamaan Pseudo dan Ritchie orde dua kurang dapat menggambarkan mekanisme adsorpsi yang terjadi, sedangkan dari gambar 4 (a) terlihat bahwa persamaan pseudo orde satu dapat menggambarkan mekanisme adsorpsi yang terjadi. Persamaan pseudo orde satu ini menggambarkan bahwa mekanisme yang terjadi adalah reaksi bolak-balik antara adsorben dan adsorbatnya pada saat kesetimbangan. Hal itu juga berarti bahwa perpindahan massa berperan sebagai laju pengontrol (*rate limiting step*) pada proses adsorpsi. Hal itu menunjukkan bahwa pada lumpur aktif dengan massa 0,5 gr mekanisme adsorpsi yang mengontrol di sini adalah adanya perpindahan massa adsorbat dari fase liquid ke fase solid.[8]



Gambar 4 Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) pada Lumpur Aktif Kering dengan berat Lumpur Aktif 0,5 gr pada berbagai macam model kinetika adsorpsi (a) Persamaan Pseudo Orde Satu (b) Persamaan Pseudo Orde Dua (c) Persamaan Ritchie Orde dua

Gambar 5 menunjukkan hubungan antara jumlah ion Cr (VI) yang terserap oleh lumpur aktif kering dengan berat 1 gram sebagai fungsi dari waktu pada tiga variasi suhu yaitu 40 °C, 50 °C, dan 60°C. Simbol-simbol memperlihatkan data hasil penelitian dan garis menandakan model kinetika adsorpsi yang dipakai. Dari Gambar 5 (a) terlihat bahwa persamaan pseudo orde satu kurang dapat untuk menggambarkan mekanisme adsorpsi yang terjadi, sedangkan pada gambar 5 (b) dan (c) terlihat bahwa persamaan Pseudo dan Ritchie orde dua dapat untuk menggambarkan mekanisme adsorpsi yang terjadi untuk suhu 40°C dan 50°C.

Pada persamaan Pseudo orde dua mekanisme yang terjadi adalah ikatan kimia (*chemi sorption*) antara adsorbat dengan adsorben. Pada persamaan Ritchie orde dua mekanisme yang terjadi adalah adsorpsi fisika. Pada persamaan ini laju pengontrolnya adalah transfer massa. Hal ini menunjukkan bahwa mekanisme adsorpsi pada lumpur aktif kering dengan massa 1 gr adalah adanya adsorpsi fisika dan adanya adsorpsi kimia (*chemi sorption*), di mana pada adsorpsi logam berat Cr (VI) dengan lumpur aktif kering ini terjadi transfer massa disamping itu juga terjadi pemakaian elektron bersama antara logam berat Cr (VI) dengan lumpur aktif kering.[8]



Gambar 5 Kinetika Adsorpsi Logam Berat Cr (VI) pada Lumpur Aktif Kering dengan berat Lumpur Aktif 1 gr pada berbagai macam model kinetika adsorpsi (a) Persamaan Pseudo Orde Satu (b) Persamaan Pseudo Orde Dua (c) Persamaan Ritchie Orde Dua

Tabel 2. Data hasil perhitungan dengan menggunakan berbagai macam model Kinetika

massa	T, C	Persamaan Pseudo Orde Satu		Persamaan Pseudo Orde Dua		Persamaan Ritchie Orde Dua	
		R^2	k_1	R^2	k_2	R^2	k_m
0,5 gr	40	0,9787	0,2616	0,8718	9,8774	0,8717	0,6208
	50	0,9712	0,1911	0,9138	5,9767	0,9138	0,4152
	60	0,9783	0,1567	0,8707	4,2202	0,8107	0,3272
1 gr	40	0,9009	0,3223	0,9783	7,1150	0,9783	0,7734
	50	0,9385	0,3127	0,9771	6,1784	0,9771	0,7535
	60	0,9629	0,1565	0,9431	2,6311	0,9431	0,3417

Tabel 2 menampilkan nilai dari ralat (R^2) dan konstanta kecepatan reaksi (k) dari ketiga model kinetika adsorpsi yang digunakan pada penelitian kali ini. Untuk ralat, terlihat bahwa lumpur aktif dengan massa 0,5 gram memberikan kecenderungan lebih baik pada persamaan pseudo orde satu (R^2 pada persamaan pseudo orde satu lebih besar daripada persamaan Pseudo dan Ritchie orde dua). Hal itu mendukung bahwa lumpur aktif dengan massa 0,5 gram mekanisme adsorpsi yang mengontrol adalah perpindahan massa.

Akan tetapi pada lumpur aktif dengan massa 1 gram memberikan kecenderungan ke persamaan Pseudo dan Ritchie orde dua. (R^2 pada persamaan Pseudo dan Ritchie orde dua lebih besar daripada persamaan pseudo orde satu). Hal itu mendukung pula bahwa lumpur aktif kering dengan massa 1 gram mekanisme yang terjadi adalah transfer massa disamping itu juga terjadi pemakaian elektron bersama antara logam berat Cr (VI) dengan lumpur aktif kering..

Secara umum dari tabel 2 terlihat bahwa mekanisme adsorpsi logam berat Cr (VI) pada massa lumpur aktif kering dengan massa 0,5 gram yang terjadi adalah perpindahan massa. Namun pada lumpur aktif kering dengan massa 1 gram mekanisme yang terjadi adalah adsorpsi kimia. Hal itu disebabkan karena apabila massa lumpur aktif kering sedikit, maka jumlah gugus *carboxyl* dan *phosphate* yang ada di dalamnya juga sedikit sehingga belum terjadi adsorpsi kimia antara lumpur aktif kering dengan ion-ion logam Cr (VI). Namun bila massa lumpur aktif keringnya lebih banyak maka jumlah gugus-gugus fungsional seperti *carboxyl* dan *phosphate* yang terkandung di dalamnya lebih banyak sehingga gugus-gugus tersebut akan mengikat ion-ion logam melalui mekanisme adsorpsi kimia dan fisika.

Jika dilihat dari harga konstanta kecepatan reaksinya, untuk suhu yang semakin bertambah, harga k_1 , k_2 , dan k_m semakin kecil. Hal itu terjadi karena adsorpsi kali ini bersifat eksotermis, di mana bila suhu semakin bertambah maka jumlah yang teradsorpsi akan semakin sedikit. Untuk massa lumpur aktif kering yang semakin bertambah, maka harga k_1 dan k_2 akan semakin besar. Hal itu terjadi karena bila massa lumpur aktif kering semakin banyak maka jumlah pori yang tersedia akan semakin banyak sehingga gaya tarik menarik antara adsorben dan adsorbat akan semakin cepat sehingga harga konstanta kecepatan reaksinya juga semakin besar. Akan tetapi pada persamaan Pseudo orde dua, apabila massa lumpur aktif kering semakin bertambah maka harga konstanta kecepatan reaksi k_m semakin kecil. Hal itu disebabkan karena pada persamaan Pseudo orde dua, mekanisme yang terjadi adalah adsorpsi kimia. Sedangkan pada penelitian ini mekanisme yang lebih banyak mengontrol adalah adsorpsi fisika, sehingga walaupun jumlah lumpur aktif keringnya semakin banyak harga k_m nya semakin turun.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian adsorpsi Cr (VI) pada limbah sintesis dengan menggunakan lumpur aktif kering didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu jika massa lumpur aktif kering semakin banyak maka jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi juga semakin banyak dan sebaliknya jika suhunya semakin tinggi maka jumlah logam berat Cr (VI) yang teradsorpsi semakin sedikit, untuk kinetika adsorpsi Cr (VI) pada konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ mula-mula 200 mgr/l dengan menggunakan lumpur aktif kering mengikuti persamaan pseudo orde satu untuk massa lumpur aktif kering 0,5 gram dan persamaan pseudo orde dua dan Ritchie orde dua untuk massa lumpur aktif kering 1 gram, dan untuk kesetimbangan adsorpsi Cr (VI) dengan konsentrasi larutan $K_2Cr_2O_7$ mula-mula 200 mgr/l dengan menggunakan berat lumpur aktif kering 0,1-1gr dijelaskan lebih baik oleh persamaan Freundlich daripada oleh persamaan Langmuir.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Loukidou, M.X., Karapantsios, T.D., Zouboulis, A.I., and Matis, K.A., 2005, *Cadmium (II) Biosorption By Aeromonas caviae; Kinetic Modeling*, Separation Science and Technology, vol. 40, pp. 1293-1311
- [2] Sag, Y., and Aktay, Y., 2002, *Kinetic Studies On Sorption Of Cr (VI) And Cu (II) Ions By Chitin, Chitosan And Rhizopus arrhizus*, Biochemical Engineering Journal, Vol. 12, pp. 143-153
- [3] Do, Duong D., 1998, *Adsorption Analysis: Equilibria And Kinetics*, vol. 2, pp. 13-17, Imperial College Press, London
- [4] Ho, Y.S., and McKay, G., 1999, *The Sorption Of Lead (II) Ions On Peat*, Water Research, vol. 33, No.2, pp. 578-584
- [5] Cheung, C.W., Porter, J.F., and McKay, G., 2001, *Sorption Kinetic Analysis For The Removal Of Cadmium Ions From Effluents Using Bone Char*, Water Research, vol. 35, No.3, pp. 605-612
- [6] Aksu, Z., Acikel, U., Kabasakal, E., Tezer, S., 2002, *Equilibrium Modeling Of Individual And Simultaneous Biosorption Of Chromium (VI) And Nickel (II) Onto Dried Activated Sludge*, Water Research, vol. 36, pp. 3063-3073
- [7] Pant, K.K., Singh, T.S., 2003, *Equilibrium, Kinetics and Thermodynamic Studies For Adsorption Of As (III) On Activated Alumina*, Separation and Purification Technology, vol. 36, pp. 139-147
- [8] Wan Ngah, W.S., Kamari, A., Koay, Y.J., 2004, *Equilibrium And kinetics Studies Of Adsorption Of Copper (II) On Chitosan And Chitosan/PVA Beads*, International Journal of Biological macromolecules, vol. 34, pp. 155-161



Faculty of Engineering
Widya Mandala Surabaya
Catholic University

ISSN 1412-727X

+ PROCEEDINGS OF

20
05
27.06.05

THE 4th NATIONAL CONFERENCE ON

**DESIGN and
APPLICATION of
TECHNOLOGY**

+ ELECTRICAL + CHEMICAL + INDUSTRIAL

Proceedings of

**The 4th National Conference
Design and Application of Technology 2005**

Organizing Committees

Ir. Setiyadi, MT – Chairman

Advisory Committees

Prof. Dr. Ir. Mohammad Nuh, DEA

Dr. Ir. Budi Husodo Bisowarno

Dr. Ir. Budi Santoso W., M.Eng.

Prof. Mudjijati, Ph.D

Hartono Pranjoto, Ph.D

Julius Mulyono, ST, MT

Djoko Wirjawan, Ph.D

Contents

Keynote paper

Mendorong Kewirausahaan Teknologi (Technopreneurship) di Lingkungan Perguruan Tinggi: Peningkatan Peran dalam Membangun Daya Saing <i>Taufiq A. Taufik</i>	1
--	---

Paper Section 2

Pengaruh <i>Stress Ratio</i> terhadap Laju Perambatan Retak Fatik pada <i>Wheel Hub</i> Al 2014-T61 <i>Bimbi Hestiawan</i>	27
Pengaruh Retak terhadap Laju Perambatan Retak Fatik pada <i>Wheel Hub</i> Al 2014-T61 <i>Bimbi Hestiawan</i>	33
Pengaruh Arus Input Las MIG terhadap Kekuatan Tarik Lasan Baja Siku <i>Djoko Suprijanto</i>	40
Studi Pengaruh Penambahan Timah Hitam (Pb) Pada Paduan 70Cu-30Zn <i>Satriana, Ratna Kartikasari, Agus Tri Wahyudi</i>	48
Kinetimbangan dan Kinetika Adsorpsi dari Logam Berat Cr (VI) pada Limbah Sintetis dengan Menggunakan Lumpur Aktif Kering <i>Dina Natalia Poernomosidi, Imelda, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	54
Adsorpsi Zat Warna Sky Blue dan Rhodamine B menggunakan Pelepah Pisang dan Kulit Manggis <i>Theresia Weningtyas Intani, Endah Kartika Dewi, Felycia E. Soetaredjo, Suryadi Ismadji</i>	62
Modifikasi Sifat Kimia Permukaan Karbon Aktif dengan Asam Oksidator dan Non-oksidator serta Aplikasinya terhadap Adsorpsi Methylene Blue <i>Lenny Setyadhi, David Wibowo, Suryadi Ismadji</i>	69
Pengolahan Limbah Detergen Sintetik dari Linear Alkil Sulfonat dengan Lumpur Aktif dalam Suatu Surface Aerator <i>Faizal Hasiholan Tanaya, Yusuf Ananta Wibowo, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	77
Kinetika Adsorpsi Zat Warna Congo Red dan Rhodamine B dengan Menggunakan Serabut Kelapa dan Atapas Tebu <i>Pamela Iryanti Widjanarko, Widianoro, Lydia Felycia E. Soetaredjo, Suryadi Ismadji</i>	83
Adsorpsi Zat Warna dari Limbah Cair Sintetis dengan Menggunakan Lumpur Aktif <i>Agustin Eko Prasetyo, Ida Kurniawan, Sandy Budi Hartono, Suryadi Ismadji</i>	91
Penentuan Kondisi Ekstraksi Terbaik pada Pigmen Antosianin dari Kulit dan Daging Ubi Jalar Ungu <i>Mimika Cecilia Debby Kusuma, Novita Dani, Ery Susiany Retnoningtyas</i>	98
Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu dengan Proses Lumpur Aktif <i>A. Prima K, Judy R. Witono, Dewi Novijanti dan Alexander Ricky</i>	102
Pengaruh Pencampuran Serat Pelepah Pisang dan Serat Kertas Koran Bekas terhadap Kualitas Kertas yang Dihasilkan <i>Judy Retti Witono dan Michaela</i>	108

Efek Konsentrasi Glukosa Awal dan Temperatur terhadap Yield Sorbitol pada Proses Hidrogenasi Katalitik Glukosa <i>F Kurniawansyah dan Suprpto</i>	114
Proses Pembuatan Material Nano-porus Titanium Silika Struktur Heksagonal (MCM-41) untuk Katalis dan Membran <i>Hens Saputra, Mochamad Rosjidi, Anwar Mustafa dan Anang Sedyohutomo</i>	119
Karakterisasi dan Uji Adsorpsi pada Zeolit Termodifikasi (Kombinasi Mikro- dan Meso- Porus Silika) <i>Mochamad Rosjidi, Anwar Mustafa, Hens Saputra, Moh. Hamzah dan Anang Sedyohutomo</i>	124
Proses Pembuatan dan Karakterisasi Granul Zeolit Alan Menggunakan Granulator Tipe Pan <i>Moh. Hamzah, Murbantan Tandirerung, Hens Saputra, Moch. Rosjidi dan Anwar Mustafa</i>	129
Pengaruh Suhu terhadap Pemucatan Jus Apel dengan Karbon Aktif <i>Danny Setiawan, Dwi Anto, Nani Indraswati</i>	135
Kinetika dan Besaran Termodinamika Ekstraksi Minyak Biji Kapuk dengan Menggunakan Pelarut Etanol <i>Denny Lesmana, Anton Putro, Yohanes Sudaryanto, Felycia E. Soetaredjo</i>	140
Chemical Product Design and Development: Forming and Shaping Plastics <i>Iwan Harsono, Noviasuti</i>	145
The Composition of Rice Husk and Rice Bran Sunbstrate Supporting with Solid State Fermentation for Increasing The Glucose Activity by <i>Aspergillus niger</i> <i>Mahyudin AR, Koesnandar, Ali Rachman</i>	150
Analisis <i>Total Annual Cost</i> pada Kolom Distilasi dengan Integrasi Panas <i>Totok R. Biyanto, Abdul Haris Mahfud</i>	155
Decolorisasi Zat Warna Azo Secara Anaerob <i>Yenny Christine, Ika Oktafiani, Antaresti</i>	162
Kinetika Hidrolisa Kulit Ketela Pohon dengan Larutan Asam Oksalat <i>Herlina Supra Setyaningsih, Indah Ratna Sari, Yohanes Sudaryanto</i>	169
Numerical Simulation of Flow in A Kenics Mixer <i>Aylianawati</i>	176